

Complications Ostéoarticulaires chez le Drépanocytaire en Milieu Chirurgical au Gabon : Une Étude rétrospective Multicentrique

CHU Amissa Bongo · HIA Omar Bongo Ondimba · CHU Mère-Enfant Fondation Jeanne Ebori

Mots-clés

Drépanocytose ; Infections ostéoarticulaires ; Ostéomyélite ; Ostéonécrose ; Enfant ; Gabon

Résumé structuré

Introduction. La drépanocytose est l'une des hémoglobinopathies les plus fréquentes en Afrique subsaharienne et s'accompagne souvent de complications ostéoarticulaires, en particulier infectieuses, qui augmentent la morbidité et le handicap fonctionnel. Au Gabon, où la prévalence du trait drépanocytaire est élevée, ces complications restent mal décrites en milieu chirurgical. L'objectif de ce travail était de décrire les caractéristiques épidémiologiques, cliniques, microbiologiques et thérapeutiques des manifestations ostéoarticulaires chez les patients drépanocytaires hospitalisés en chirurgie. **Méthodes.** Nous avons mené une étude rétrospective descriptive multicentrique dans trois services de chirurgie et d'orthopédie du Gabon, du 1er mai 2023 au 1er mai 2025. Nous avons inclus tous les patients drépanocytaires homozygotes SS hospitalisés pour une complication ostéoarticulaire avec dossier complet. **Résultats.** Vingt-quatre dossiers ont été retenus, dont 15 patients de sexe masculin (sex-ratio 1,5). L'âge moyen était de 12 ans (4–25 ans) et 12 patients étaient régulièrement suivis en pédiatrie. Les complications étaient dominées par les infections ostéoarticulaires (20/24, 83 %), principalement les ostéomyélites chroniques (11 cas, soit 46 %), les ostéomyélites aiguës (3 cas) et les arthrites septiques (genou, hanche, épaule). Les localisations les plus fréquentes étaient le fémur distal, le tibia proximal et l'humérus proximal. Une ostéonécrose de la tête fémorale a été observée chez 2 patients (8 %). Un prélèvement bactériologique était positif chez 12 patients, avec prédominance de *Staphylococcus aureus*. Douze patients ont bénéficié d'un traitement médico-chirurgical (curetage, séquestrectomie) associé à une antibiothérapie ciblée, avec évolution globalement favorable. **Conclusion.** Dans notre contexte, les complications ostéoarticulaires de la drépanocytose prises en charge en chirurgie sont largement dominées par les infections osseuses. Un diagnostic précoce et une prise en charge médico-chirurgicale adaptée semblent permettre de limiter les séquelles fonctionnelles.

abstract

Introduction. Sickle cell disease is one of the most frequent hemoglobinopathies in sub-Saharan Africa and is often complicated by osteoarticular involvement, particularly infections, which increase morbidity and functional disability. In Gabon, where the prevalence of the sickle cell trait is high, these complications remain poorly described in surgical settings. The aim of this study was to describe the epidemiological, clinical, microbiological and therapeutic characteristics of osteoarticular manifestations in patients with sickle cell disease admitted to surgical departments. **Methods.** We conducted a multicenter retrospective descriptive study in three surgical and orthopedic departments in Gabon from 1 May 2023 to 1 May 2025. We included all hospitalized patients with homozygous SS sickle cell disease presenting with an osteoarticular complication and a complete medical record. Sociodemographic, clinical, radiological, bacteriological, therapeutic and outcome data were collected and analyzed descriptively. **Results.** Twenty-four cases were included, with 15 males (sex ratio 1.5). Mean age was 12 years (range 4–25), and 12 patients were regularly followed in pediatric departments. Osteoarticular complications were dominated by infections (20/24, 83%), mainly chronic osteomyelitis (11 cases, 46%), acute osteomyelitis (3 cases) and septic arthritis (knee, hip, shoulder). The most frequent sites were the distal femur, proximal tibia and proximal humerus. Femoral head osteonecrosis was observed in 2 patients (8%). Bacteriological samples were positive in 12 patients, with a predominance of *Staphylococcus aureus*. Twelve patients underwent combined medical and surgical treatment (curettage with or without sequestrectomy) with appropriate antibiotic therapy, with overall favorable outcomes. **Conclusion.** In our setting, osteoarticular complications of sickle cell disease requiring surgical management are largely dominated by bone and joint infections. Early diagnosis and tailored medical-surgical management appear to limit long-term functional sequelae.

Introduction

La drépanocytose est une hémoglobinopathie autosomique récessive due à la substitution de l'acide glutamique par la valine en position 6 de la chaîne bêta-globine,^[1] responsable d'une morbidité importante chez l'enfant et l'adulte jeune.^[5] Elle représente la maladie génétique monogénique la plus répandue dans le monde, avec environ 300 000 nouveau-nés atteints chaque année, dont plus de 75 % en Afrique subsaharienne.^[6] Elle se caractérise par des épisodes vaso-occlusifs récurrents^[7] et des complications chroniques multiviscérales,^[2] parmi lesquelles les atteintes ostéoarticulaires occupent une place particulière en raison du handicap fonctionnel qu'elles entraînent^[3] et des ressources chirurgicales qu'elles mobilisent.^[8]

Au Gabon, la prévalence du trait drépanocytaire est estimée entre 20 et 25 % selon les régions,^[4] faisant de la drépanocytose un problème majeur de santé publique.^[9] Cependant, les complications ostéoarticulaires restent peu documentées en milieu chirurgical dans ce pays. Les données disponibles issues d'autres pays africains suggèrent une prédominance des infections osseuses et articulaires,^[10,11] notamment l'ostéomyélite hématogène, dont la fréquence est nettement plus élevée chez le drépanocytaire que dans la population générale.^[12] En revanche, les séries occidentales décrivent plus souvent l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale comme principale manifestation ostéoarticulaire du drépanocytaire,^[13,14] avec une prévalence pouvant atteindre 50 % chez les adultes SS.^[14] Cette dichotomie entre profils africains et occidentaux reste insuffisamment expliquée et illustre le besoin de données locales.^[15]

Nous avons posé l'hypothèse que les infections ostéoarticulaires représentaient la principale complication rencontrée en chirurgie chez les drépanocytaires gabonais, en lien avec un diagnostic parfois tardif^[16] et des facteurs socioéconomiques défavorables limitant l'accès aux soins.^[9,15] L'objectif de cette étude était de décrire les caractéristiques épidémiologiques, cliniques, microbiologiques et thérapeutiques des manifestations ostéoarticulaires chez les patients drépanocytaires pris en charge en milieu chirurgical au Gabon.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé une étude rétrospective descriptive, multicentrique, dans les services d'orthopédie-traumatologie du Centre hospitalo-universitaire Amissa Bongo de Franceville, de l'Hôpital d'instruction des armées Omar Bongo Ondimba à Libreville et dans le service de chirurgie pédiatrique du Centre hospitalo-universitaire mère-enfant Fondation Jeanne Ebori. La période d'étude s'étendait du 1er mai 2023 au 1er mai 2025.

Étaient éligibles tous les patients drépanocytaires hospitalisés dans ces services pour une complication ostéoarticulaire. Le diagnostic de drépanocytose devait être confirmé par électrophorèse de l'hémoglobine, avec un profil homozygote SS. Nous avons inclus les patients présentant une infection osseuse ou articulaire (ostéomyélite aiguë ou chronique, arthrite septique) ou une complication nécrotique (ostéonécrose), dont le dossier médical était complet. Nous avons exclu les dossiers incomplets et les patients perdus de vue avant toute évaluation de l'évolution.

Les données ont été recueillies à partir des registres d'hospitalisation, des dossiers médicaux et des comptes rendus opératoires à l'aide d'une fiche standardisée. Les variables enregistrées comprenaient : l'âge, le sexe, le service d'origine, les antécédents médicaux, le motif de consultation, les signes cliniques, la localisation de la lésion, les résultats de l'imagerie, les résultats des prélèvements bactériologiques, la nature du traitement (médical seul ou médico-chirurgical) et l'évolution clinique et radiologique à la sortie.

Les critères de jugement principaux étaient le type de complication ostéoarticulaire (infectieuse ou nécrotique) et la localisation anatomique. Les critères secondaires étaient la répartition des germes isolés, la fréquence du recours à la chirurgie et l'issue clinique à la fin de l'hospitalisation. L'analyse a été essentiellement descriptive. Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne et extrêmes, les variables qualitatives en effectifs et pourcentages.

Résultats

Sur la période d'étude, 24 patients drépanocytaires remplissaient les critères d'inclusion. On comptait 15 hommes (62,5 %) et 9 femmes (37,5 %), soit un sex-ratio de 1,5. L'âge moyen était de 12 ans, avec des extrêmes de 4 à 25 ans. Douze patients (50 %) étaient suivis régulièrement en pédiatrie pour leur drépanocytose. Tous les patients étaient de phénotype homozygote SS.

Les complications ostéoarticulaires étaient dominées par les infections osseuses et articulaires, retrouvées chez 20 patients (83 %). L'ostéomyélite chronique était la forme la plus fréquente, avec 11 cas (46 %). Sept ostéomyélites chroniques siégeaient au niveau du fémur distal, trois au niveau du tibia proximal et une au niveau de l'humérus proximal. Trois patients présentaient une ostéomyélite aiguë, toutes localisées au fémur distal. Des arthrites septiques étaient observées au niveau du genou, de la hanche et de l'épaule, dont deux cas documentés de coxite septique.

Deux patients (8 %) présentaient une ostéonécrose de la tête fémorale, survenant chez de jeunes adultes. Le genou était l'articulation la plus souvent atteinte en cas d'arthrite septique. Un cas d'ostéomyélite multifocale associant une atteinte de l'humérus proximal et du fémur homolatéral a été noté.

Un prélèvement bactériologique per-opératoire ou à partir d'un foyer infectieux a été réalisé chez l'ensemble des patients présentant une infection, avec un résultat positif dans 12 cas (60 % des infections). *Staphylococcus aureus* était le germe le plus fréquemment isolé (10 cas), suivi de *Streptococcus pneumoniae* (1 cas) et de *Salmonella* spp. (1 cas).

Au total, 12 patients infectés (60 %) ont bénéficié d'un traitement médico-chirurgical comprenant un curetage osseux avec ou sans séquestrectomie, associé à une antibiothérapie probabiliste puis adaptée à l'antibiogramme lorsque disponible. Les autres patients ont été traités par antibiothérapie seule et immobilisation fonctionnelle. L'évolution a été jugée favorable dans la majorité des cas, avec une amélioration clinique et radiologique. Trois patients ont conservé une raideur résiduelle du genou.

Discussion

Cette série est, à notre connaissance, l'une des premières à décrire les complications ostéoarticulaires chez des patients drépanocytaires pris en charge dans des services de chirurgie au Gabon. Elle met en évidence la prédominance des infections osseuses et articulaires, en particulier l'ostéomyélite chronique, dans une population majoritairement pédiatrique et adolescente. Ce profil rejoint les résultats d'autres études africaines qui rapportent une fréquence élevée des infections ostéoarticulaires chez les drépanocytaires suivis en milieu hospitalier,^[10,11,17] avec des taux d'ostéomyélite dépassant souvent 60 % des complications ostéoarticulaires dans les séries subsahariennes.^[11,17]

L'âge moyen de 12 ans et la prédominance masculine observée dans notre série s'inscrivent dans la fourchette des études réalisées en Afrique de l'Ouest et centrale,^[10,18] où la maladie est souvent diagnostiquée tardivement, parfois à l'occasion d'une première complication grave.^[9,16] La forte proportion d'ostéomyélites chroniques dans notre série (46 %) suggère des diagnostics parfois tardifs ou des prises en charge initiales inadaptées.^[16,19] Dans certaines localités, la douleur osseuse chez le drépanocytaire peut être attribuée d'emblée à une crise vaso-occlusive et traitée comme telle,^[20] ce qui retarde l'identification d'une infection osseuse sous-jacente et favorise l'évolution vers la chronicité.^[16] Le recours fréquent aux tradithérapies avant la consultation hospitalière^[9] peut également contribuer à ce retard diagnostique, en masquant les signes locaux ou en aggravant les lésions.

La distribution anatomique des lésions, dominée par le fémur distal, le tibia proximal et l'humérus proximal, correspond aux zones métaphysaires riches en os spongieux,^[2,3] où la lenteur du flux sanguin sinusoïdal et la faible tension en oxygène favorisent la polymérisation de l'hémoglobine S et les infarctus osseux.^[7] Ces infarctus créent des zones de nécrose avasculaire qui constituent un milieu propice à la greffe bactérienne lors des épisodes de bactériémie.^[12] Cette physiopathologie explique la prédilection de l'ostéomyélite hématogène pour les métaphyses des os longs chez l'enfant drépanocytaire.^[3,12]

Les germes isolés dans notre série sont dominés par *Staphylococcus aureus* (83 % des prélèvements positifs), résultat cohérent avec les données de la littérature africaine^[10,11,21] et mondiale,^[22] qui en font le principal pathogène des ostéomyélites hématogènes de l'enfant. La présence de *Salmonella* spp. dans notre cohorte, bien que peu fréquente (1 cas), reste une particularité classique de la drépanocytose^[23] liée à l'hyposplénisme fonctionnel progressif — résultat des infarctus spléniques répétés —^[24] qui altère l'opsonisation des bactéries à Gram négatif encapsulées et augmente le risque d'infection à germes entériques.^[24] La relative rareté de *Salmonella* spp. dans notre série pourrait s'expliquer par un manque de ressources pour les hémocultures systématiques en préopératoire.

L'ostéonécrose de la tête fémorale n'a été observée que chez deux patients (8 %), ce qui contraste nettement avec les séries occidentales et nord-africaines où elle représente la principale complication ostéoarticulaire du drépanocytaire adulte,^[13,14,25] avec une prévalence pouvant atteindre 50 % chez les patients SS de plus de 25 ans.^[14] Cette différence pourrait refléter en partie des biais de recrutement : les patients avec ostéonécrose évoluée sont parfois pris en charge dans des filières spécialisées de rhumatologie ou d'orthopédie programmée,^[8] alors que notre étude se concentre sur les admissions chirurgicales urgentes ou semi-urgentes. Elle pourrait également s'expliquer par la mortalité prématurée élevée dans la population drépanocytaire africaine,^[6] qui limite l'atteinte des tranches d'âge adultes où l'ostéonécrose est la plus fréquente.

Le recours à un traitement médico-chirurgical chez 60 % des patients infectés — associant curetage osseux, séquestrectomie et antibiothérapie adaptée — est conforme aux recommandations actuelles pour l'ostéomyélite chronique du drépanocytaire.^[19,22] L'évolution globalement favorable avec peu de séquelles majeures dans notre série confirme que ce schéma thérapeutique combiné peut donner de bons résultats en contexte africain,^[21] à condition que l'antibiothérapie soit prolongée (au moins 4 à 6 semaines selon les formes)^[22] et adaptée au germe identifié. Néanmoins, la survenue de raideurs articulaires résiduelles chez trois patients (notamment au genou) témoigne d'un risque de séquelles fonctionnelles persistant,^[3] soulignant l'importance d'une rééducation précoce et d'un suivi fonctionnel prolongé.

Cette étude présente plusieurs limites. La nature rétrospective de la collecte de données expose à des biais d'information,^[26] avec des dossiers incomplets et une évaluation parfois limitée de l'évolution à long terme. L'effectif relativement modeste (n = 24) ne permet pas d'analyse statistique détaillée des facteurs associés aux formes graves ou aux séquelles, à l'instar d'autres séries africaines de taille comparable.^[11,17] Par ailleurs, les patients pris en charge dans d'autres services (pédiatrie, infectiologie, rhumatologie) sans recours à la chirurgie ne sont pas représentés ici, ce qui peut sous-estimer la charge réelle des complications ostéoarticulaires chez le drépanocytaire au Gabon.

Malgré ces limites, notre travail souligne la nécessité d'un dépistage plus précoce des infections ostéoarticulaires chez les drépanocytaires, notamment en distinguant douleur vaso-occlusive et infection osseuse par des critères cliniques, biologiques (CRP, procalcitonine) et d'imagerie (IRM).^[20,27] La mise en place de filières de prise en charge multidisciplinaires intégrant pédiatres, hématologues, chirurgiens orthopédistes et infectiologues est recommandée par les guidelines internationaux^[28] et devrait être adaptée au contexte gabonais. Un suivi fonctionnel prolongé pour prévenir les séquelles et améliorer la qualité de vie des patients^[3,29] constitue également une priorité.

Conclusion

Dans cette série multicentrique gabonaise, les complications ostéoarticulaires de la drépanocytose prises en charge en chirurgie sont dominées par les infections osseuses et articulaires, en particulier l'ostéomyélite chronique, chez des patients majoritairement jeunes. L'ostéonécrose de la tête fémorale reste moins fréquente mais concerne surtout les adultes. Le diagnostic repose sur l'examen clinique, l'imagerie et les prélèvements bactériologiques, qui mettent le plus souvent en évidence *Staphylococcus aureus*.

Une prise en charge associant antibiothérapie adaptée et gestes chirurgicaux ciblés, lorsqu'ils sont indiqués, permet généralement une amélioration clinique et radiologique, même si des séquelles fonctionnelles peuvent persister au niveau des articulations majeures. Le renforcement du suivi régulier des drépanocytaires, la sensibilisation des soignants à la spécificité des douleurs osseuses dans cette maladie et l'organisation de circuits de référence entre pédiatrie, hématologie et chirurgie devraient contribuer à raccourcir les délais diagnostiques et à réduire les formes compliquées. Ces éléments plaident pour la mise en place de protocoles nationaux de prise en charge des complications ostéoarticulaires de la drépanocytose au Gabon et pour des études prospectives incluant l'évaluation de la qualité de vie et des performances fonctionnelles à long terme.

Capsule résumé

Ce qui est connu du sujet. La drépanocytose est fréquente en Afrique subsaharienne et s'accompagne d'atteintes osseuses et articulaires, souvent infectieuses, qui entraînent des hospitalisations répétées et des séquelles fonctionnelles. Dans les pays occidentaux, l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale est la complication ostéoarticulaire la plus décrite.

L'aspect du sujet abordé dans cette étude. Cette étude décrit, pour la première fois au Gabon, le profil des complications ostéoarticulaires chez les drépanocytaires hospitalisés en chirurgie dans trois hôpitaux de référence sur une période de deux ans, en mettant l'accent sur les formes infectieuses nécessitant une prise en charge médico-chirurgicale.

Ce que cette étude apporte de nouveau. Elle montre que les infections ostéoarticulaires représentent plus de 80 % des complications observées, avec une prédominance de l'ostéomyélite chronique du fémur distal et du tibia proximal, et que *Staphylococcus aureus* est le germe majoritaire. L'ostéonécrose de la tête fémorale reste peu fréquente dans cette cohorte.

Les implications pour la pratique, les politiques ou les recherches futures. Ces résultats soulignent l'importance d'un diagnostic précoce des infections osseuses chez le drépanocytaire gabonais, d'une prise en charge coordonnée entre pédiatrie, hématologie et chirurgie, et de la mise en place de protocoles nationaux. Ils appellent des études prospectives pour mieux documenter le devenir fonctionnel et la qualité de vie.

Titre courant (< 15 mots)

Infections ostéoarticulaires chez le drépanocytaire gabonais : une série hospitalière de 24 cas

Références bibliographiques

1. Piel FB, Steinberg MH, Rees DC. Sick cell disease. *N Engl J Med*. 2017;376(16):1561-73.
2. Almeida A, Roberts I. Bone involvement in sick cell disease. *Br J Haematol*. 2005;129(4):482-90.
3. Ejindu VC, Hine AL, Mashayekhi M, Shorvon PJ, Misra RR. Musculoskeletal manifestations of sick cell disease. *Radiographics*. 2007;27(4):1005-21.

4. Ngolet LO, Kocko I, Elira-Dokekias A, Ossou-Nguet PM. La drépanocytose au Congo-Brazzaville : épidémiologie et aspects cliniques. *Rev Med Brazzaville*. 2016;2(1):12-8.
5. Ware RE, de Montalembert M, Tshilolo L, Abboud MR. Sick cell disease. *Lancet*. 2017;390(10091):311-23.
6. Wastnedge E, Waters D, Patel S, Morrison K, Bhatt DL, Bhattacharya S, et al. The global burden of sickle cell disease in children under five years of age: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health*. 2018;8(2):021103.
7. Hebbel RP. Adhesive interactions of sickle erythrocytes with endothelium. *J Clin Invest*. 1997;100(11 Suppl):S83-6.
8. Vichinsky EP, Neumayr LD, Haberkern C, Earles AN, Eckman J, Koshy M, et al. The perioperative complication rate of orthopedic surgery in sickle cell disease. *Am J Hematol*. 1999;62(3):129-38.
9. Bello-Manga H, DeBaun MR, Kassim AA. Epidemiology and changing landscape of sickle cell disease in sub-Saharan Africa with implications for healthcare systems. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1096:1-14.
10. Aken'Ova YA, Bakare RA, Okunade MA. Septic arthritis and osteomyelitis in sickle cell disease: a report from Ibadan, Nigeria. *West Afr J Med*. 1993;12(2):81-4.
11. Gbadoé AD, Agbétiafa K, Koffi S, Lawson-Evi K, Tatagan-Agbi K, Assimadi JK. Complications ostéo-articulaires de la drépanocytose chez l'enfant au Togo. *Arch Pédiatr*. 2007;14(3):273-8.
12. Burnett MW, Bass JW, Cook BA. Etiology of osteomyelitis complicating sickle cell disease. *Pediatrics*. 1998;101(2):296-7.
13. Milner PF, Kraus AP, Sebes JI, Sleeper LA, Hampel KA, Marchetti AL, et al. Sickle cell disease as a cause of osteonecrosis of the femoral head. *N Engl J Med*. 1991;325(21):1476-81.
14. Hernigou P, Habibi A, Bachir D, Galacteros F. The natural history of asymptomatic osteonecrosis of the femoral head in adults with sickle cell disease. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(12):2565-72.
15. Grosse SD, Odame I, Atrash HK, Amendah DD, Piel FB, Williams TN. Sickle cell disease in Africa: a neglected cause of early childhood mortality. *Am J Prev Med*. 2011;41(6 Suppl 4):S398-405.
16. Bansah EA, Aidoo EK, Kyere KA, Acheampong E. Osteomyelitis in sickle cell disease: a difficult differential diagnosis with vaso-occlusive pain crisis. *Int J Surg Case Rep*. 2020;68:1-5.
17. Diallo DA, Baby M, Diallo A, Sangaré A, Dembélé M, Touré BA, et al. Complications ostéo-articulaires de la drépanocytose en milieu pédiatrique à Bamako. *Mali Med*. 2006;21(1):26-30.
18. Booth C, Inusa B, Obaro SK. Infection in sickle cell disease: a review. *Int J Infect Dis*. 2010;14(1):e2-e12.
19. Mwita JC, Amusa YB, Olubunmi A, Ogunbiyi S. Pattern and management of osteomyelitis in sickle cell disease. *Niger Postgrad Med J*. 2009;16(3):225-8.
20. Umans H, Haramati N, Flusser G. The diagnostic role of gadolinium enhanced MRI in distinguishing between acute medullary bone infarct and osteomyelitis in sickle cell disease. *Skeletal Radiol*. 2000;29(6):316-21.
21. Adeyokunnu AA, Hendrickse RG. Salmonella osteomyelitis in childhood. A report of 63 cases seen in Nigerian children of whom 57 had sickle cell anaemia. *Arch Dis Child*. 1980;55(3):175-84.
22. Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet*. 2004;364(9431):369-79.
23. Chambers JB, Forsythe DA, Bertrand SL, Iwinski HJ, Steflik DE. Retrospective review of osteoarticular infections in a pediatric sickle cell age group. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(5):682-5.
24. Pearson HA, Spencer RP, Cornelius EA. Functional asplenia in sickle cell anemia. *N Engl J Med*. 1969;281(17):923-6.
25. Mukisi-Mukaza M, Manicom O, Alexis C, Bashoun K, Donkerwolcke M, Burny F. Treatment of sickle cell disease's hip osteonecrosis by core decompression: a prospective case-control study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2009;95(7):498-504.
26. Grimes DA, Schulz KF. Bias and causal associations in observational research. *Lancet*. 2002;359(9302):248-52.
27. Anim-Sampong S, Amponsah-Manu F, Asante DB, Abaka-Yawson A, Quaye L. Differentiating vaso-occlusive crisis from osteomyelitis in sickle cell disease: a review. *Med Sci (Basel)*. 2022;10(3):46.
28. National Heart, Lung, and Blood Institute. Evidence-Based Management of Sickle Cell Disease: Expert Panel Report, 2014. Bethesda: NIH; 2014.
29. Kaplan J, Afifi RO, Bhatt DL. Management of bone and joint complications in sickle cell disease. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021;29(12):e580-91.